

THESIS

MUNICH

1966

**Möglichkeiten
der postmortalen Darstellung
des lumbosakralen Arachnoidalraumes
und deren klinische Bedeutung**

ROLF HERBERT KAMPRATH

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Orthopädischen Klinik und der
Orthopädischen Universitäts Poliklinik

München

Direktor Professor Dr. Max Lange

MÖGLICHKEITEN DER POSTMORTALEN DARSTELLUNG
DES LUMBOSAKRALEN ARACHNOIDALRAUMES UND DEREN
KLINISCHE BEDEUTUNG

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Rolf Herbert Kamprath

aus

Lindau (B)

München 1966

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Privat Dozent Dr. E. Hipp
Mitberichterstatter:	Professor Dr. Max Lange
Dekan:	Prof. Dr. R. Zenker
Tag der mündlichen Prüfung:	3. 5. 1966

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Fragestellung	1
Anatomische Grundlagen (Historischer Überblick)	1
Anatomie des Kaudasackes	5
Die Geschichte der Myelographie	9
Eigene Untersuchungen	11
Zusammenfassung	20
Literaturverzeichnis	21
Lebenslauf	24

FRAGESTELLUNG:

Die Kontrastdarstellung des lumbalen und sakralen Subarachnoidalraumes ist für eine exakte Lokalisation von Raumbeschränkungen unumgänglich geworden. Der klinische Befund bringt nur gelegentlich eine ausreichende praeoperative Orientierung. Es ist allerdings notwendig, daß dem Untersucher das normale Kontrastbild und die verschiedenen anatomischen Lagevarianten bekannt sind. Dazu besteht die Möglichkeit durch die Auswertung von normalen Myelogrammen beim Lebenden. Trotz der relativen Harmlosigkeit der Kontrastuntersuchungen werden völlig normale Myelogramme nur in Einzelfällen zur Verfügung stehen können. Eine exakte Indikationsstellung für eine Myelographie ist erforderlich.

Wichtige Befunde über morphologische Einzelheiten am kaudalen Endsack lassen sich deshalb nur mit der postmortalen Darstellung des Subarachnoidalraumes erarbeiten. Es gelingt damit, den Subarachnoidalraum unter ähnlichen Bedingungen abzubilden wie beim Lebenden. Die verschiedenen Endigungen des Kaudalsackes sind dabei festzulegen.

ANATOMISCHE GRUNDLAGEN (Historischer Überblick)

RÜCKENMARKSHÄUTE

Nach GALENUS (131 - 201 n. Chr.) wird das Gehirn von 2 Membranen umgeben. Die eine, die gefäßreichere *μήνις ἡ λεπτή* liegt dem Gehirn an. Die andere *μήνις ἡ σκληρή*, welche sehniger ist, befindet sich nach außen von der ersteren. Das Rückenmark ist, ebenso wie das Gehirn, von Membranen umgeben, nur mit dem Unterschied, daß am Rückenmark kein Raum zwischen denselben vorhanden ist, was aber am Gehirn der Fall sein soll - aus der Annahme, daß das Gehirn pulsiert, das Rückenmark nicht. Eine dritte, mächtige, sehnige Membran umgibt die übrigen Häute des Rückenmarks. Sie schützt das Rückenmark bei Bewegungen des Rückgrats und ist auswendig von einer viskösen Flüssigkeit umgeben. Diese befindet sich also außerhalb der dritten, die Dura umgebenden Membran.

Nach R. VIEUSSENS (1690) ist die Pia meninx eine sehr feine, aus Fasern gebildete und durchsichtige Membran, welche das Gehirn umhüllt, sich aber dann in

Den Vertebralkanal hinabsteigend, in 2 Membranen spaltet, von denen die äußere das Rückenmark und dessen austretende Nerven umfaßt, die innere das Mark und die Nerven eng umschließt. Bis zur Aufgliederung der Pia meninx in zwei Schichten war die Existenz des Subarachnoidalraumes von den früheren Anatomen übersehen worden.

Am Gehirn hat H. RUYSC (1774) durch Aufblasen zuerst diese "mittlere Membran" zwischen Dura und Pia nachgewiesen und die Bezeichnung "Arachnoidea" geschaffen. Erst allmählich wurden die Hüllen des ZNS in ihren größeren anatomischen Verhältnissen genauer beschrieben.

J. L. LIEUTAUD (1742) findet als erster die Ligamenta denticulata, die Aufhängebänder des Rückenmarks.

A. von HALLER (1762) schildert die Arachnoidea spinalis als eine sehr dünne, aber doch fest zusammenhängende von der Pia mater vollständig getrennte Membran. Sie steht vom Rückenmark besonders im Lumbalbereich weit ab, haftet in der Halsregion jedoch der Pia an. Er hält es für möglich, daß das angesammelte Nervenwasser aus den Hirnventrikeln bis dahin hinabsteigen kann. Der Duralsack im Brust- und Lendenwirbelbereich verenge sich bis zur Dorsalregion, am untersten Teil des Rückens werde er wieder weiter, am weitesten in Höhe des 1. Lendenwirbels; dann laufe er allmählich zu einem blinden konischen Ende zu.

F.M. MAGENDI (1783 - 1855) beschreibt ausführlicher die Art und Weise, in welcher die Dura des Rückenmarks an den Wänden des Vertebralkanals befestigt ist. So sei der Dura eine bestimmte Lage gesichert, gleichzeitig könne sie den verschiedenen Bewegungen der Wirbelsäule nachgeben.

A. KEY und G. RETZIUS (1870) finden an Gefrierschnitten in Bauch- und Rückenlage, daß der Raum zwischen Dura und Arachnoidea ein Sack ohne Öffnung ist. Die Arachnoidea berührt die Dura überall. Die innere Fläche der Dura wird von einer Lamelle der Arachnoidea überzogen. Der Kontakt der Arachnoidea mit der Dura wird in der Cervikal- und Dorsalgegend durch das Ligamentum denticulatum und durch eine gewisse Zahl kleiner Brücken von Zellgewebe und Gefäßen unterhalten.

C. KRAUSE (1843) faßt die Arachnoidea als einen eingestülpten Sack auf, dessen äußeres Blatt mit der inneren Fläche der Dura mater innigst verwachsen ist und dessen eingestülpter Teil die Hirn- und Rückenmarksgefäße einhüllt.

Nach R. A. KÖLLIKER (1850) dagegen besteht die Arachnoidea spinalis nicht aus einer äußeren mit der Dura vereinten und einer inneren freien Lamelle, sondern aus einer einzigen Schicht.

H. LUSCHKA (1859) will wiederum die Arachnoidea spinalis aus zwei Blättern bestehend wissen. Das Visceralblatt der Arachnoidea bildet um die Rückenmarksnervenwurzeln scheidenartige Fortsätze, welche sich innerhalb der entsprechenden Duralscheiden nach auswärts verfolgen lassen.

HYRTL (1863) schließt sich der Ansicht an, daß die Arachnoidea sich nicht auf die innere Fläche der harten Hirnhaut umschlägt. Er stellt an den Austrittslöchern der Gehirnnerven fest, daß diese blind endigt und verwächst.

K. B. R. REICHERT (1861) erkennt auf Grund der Entwicklungsgeschichte als auch der Strukturverhältnisse keinen Unterschied zwischen Arachnoidea und Pia, sondern betrachtet beide als eine Haut, deren äußere Grenzschicht (Arachnoidea) durch ein bindegewebiges Stroma mit der inneren Grenzschicht (Pia) vereinigt ist.

A. KEY und G. RETZIUS (1870) finden durch Injektion mit gefärbten Flüssigkeiten, die unter sehr geringem Druck vom Subarachnoidalraum in das Rückenmark eingebracht wurden, daß ein konstanter, offener und unmittelbarer Zusammenhang zwischen diesem und allen subarachnoidalen Räumen des Gehirns besteht.

Austritt der Rückenmarksnerven durch die Rückenmarkshüllen

Von GALENUS (131 - 201 n. Chr.) erst wurde überhaupt die Substanz der Rückenmarkswurzeln erkannt, die aus Gehirn selbst bestünden und rings umfaßt seien von einer dünnen und einer dicken Membran.

ERASISTRATUS (gest. 280 v. Chr.) noch ließ die Nervenwurzeln aus den Membranen entspringen. Daß die austretenden Nerven von Rückenmarkshüllen umscheidet sind, berichten die meisten Anatomen.

M. F. X. BICHAT (1775 - 1802) stellte sich vor, daß die abgehenden Nerven die Dura durchbohrten. Die Arachnoidea begleitet diese nur bis zu ihrem Austritt, schlägt dann um und gehe auf die Innenseite der Dura über, um sie in ihrer ganzen Ausdehnung zu bekleiden, während die Pia mater sich bald auf den Nerven verliere und nie ein solches Umschlagen zeige.

Erstmals erkannte H. LUSCHKA (1859), daß die Arachnoidea innerhalb der sogenannten Durascheiden nach peripher verfolgbar ist und jenseits der Ganglien in der Neurilembildung untergeht. Gemeint sind also die Wurzeltaschen.

Liquor cerebrospinalis und Kauda equina

Nach A. P. PACCHIONI (1675 - 1726) ist die Kauda im Vertebralkanal rings von einer Flüssigkeit umgeben. Auch A. v. HALLER (um 1750) fand Liquor im Lumbalteil des Spinalkanals. Er glaubte, daß beim Tier ein Dampf aus den Ventrikelhöhlen im Gehirn "ausdünstet" und durch ein Loch im 4. Ventrikel bis zum kaudalen Ende des Subarachnoidalraumes gelange.

M. F. X. BICHAT (1775 - 1802), der die Arachnoidea für einen geschlossenen Sack hielt, lenkte die Aufmerksamkeit von den Subarachnoidalräumen auf den sogenannten Arachnoidsack. Diese seröse Haut sollte die Sekretion hervorrufen.

ANATOMIE DES KAUDASACKES

Duralsack

Die Dura bildet um das Rückenmark einen relativ weiten geschlossenen Sack, der kaudalwärts konisch bis rund endigt. Distal überschreitet das Duralrohr das funktionelle Rückenmark in Höhe des 2. bis 5. Lendenwirbelkörpers und umhüllt die Kauda equina bis in den Bereich des 2. Sakralwirbels. Die Dura mater verschmilzt mit dem unteren Abschnitt des Filum terminale internum und ist daher im sogenannten Filum terminale externum mit enthalten. Zuletzt geht die Dura mater fächerförmig ausgebreitet in das Periost des 2. Steißbeinwirbels über und ist nach unten durch das Ligamentum sacro-coccygicum geschlossen. Die Länge des Filum terminale beträgt 16 cm. Nach BRAUS ist die Höhe des kaudalen Duralsackes gewöhnlich vom Stande des Konus terminalis unabhängig.

Dura mater - Epiduralraum

Die harte Hirnhaut des Schädels, die im Foramen occipitale mit dem Hinterhauptsbein verwachsen ist, zerlegt sich bei Eintritt in den Wirbelkanal in zwei Blätter. Das äußere Blatt (Lamina externa) geht in das Periost des Wirbelkanals und die Bandscheiben der Wirbel über. Das zweite, das innere, bildet die Dura mater spinalis im engeren Sinne. Diese beiden Blätter sind durch das Kavum extradurale oder epidurale getrennt, durch eine mehr oder weniger fettreiche, lockere Bindegewebsschicht, die mit spinalen Venenplexus und Lymphspalten durchsetzt ist. Diese Schicht, im oberen Abschnitt oft mehrere Millimeter dick, vermindert sich vom 2. oder 3. Lendenwirbelkörper abwärts beträchtlich, während die Dura hier durch zahlreiche Bindegewebsstränge und Platten an die Wand des Sakralkanals angeheftet ist. Die Dura spinalis ist histologisch eine von Netzen elastischer Fasern durchzogene Haut derbfaserigen Bindegewebes. Sie kann sich so dem Liquordruck anpassen, ist aber im Endabschnitt des Rückgratkanals weniger elastisch als im Bereich des Hals- und Brustmarkes.

Arachnoidea - Subarachnoidalraum

Der endothelbekleideten Innenfläche der Dura liegt im gesamten Spinalkanal, durch eine kapillare Lymphspalte getrennt, das äußere Blatt der Arachnoidea an, das die Wandung des liquorerfüllten Subarachnoidalraumes bildet. Die beiderseits mit Endo-

thel überkleidete, aus zarten Bindegewebsnetzen bestehende Spinnwebenhaut folgt dem Duralsack bis zu seinem kaudalen Ende. Die Gefäße ziehen durch den Subarachnoidalraum durch und sind in einer von Th. ZIEHEN als epipialen bezeichneten Bindegewebsschicht suspendiert. Die Pia des Rückenmarks ist aus 2 Schichten zusammengesetzt, wobei das äußere Blatt jenes der Gefäße, das innere das gefäßlose Element ist. Das äußere Piablatt ist wohl mit dem epipialen Bindegewebe ZIEHEN's zu identifizieren. Die Spaltung in diese zwei Blätter scheint aber im wesentlichen nur für das Rückenmark charakteristisch zu sein (Abb. 1). Präparatorisch läßt sich die Pia mater nicht als Membran abziehen. Sie überzieht auch die Nervenwurzeln. Mit der Pia ist die Dura durch Fäden und das Ligamentum denticulatum verbunden. Es ist ein derbes Bindegewebeblatt, das saumartig die Seitenteile des Rückenmarks in der gesamten Länge begleitet und zwischen zwei Wurzelaustritten Fortsätze zur Dura entsendet. Im ganzen sind es 19 - 23 Zacken.

Die Wurzeltaschen

Wie das Filum terminale, so werden auch die austretenden Wurzeln mehr oder weniger weit durch die Scheide begleitet. In der Nähe der Foramen intervertebrale, wo sich die efferenten und afferenten Wurzeln vereinigen, ist die Dura bereits fester mit dem Nervenstamm verbunden. Subdural- und Subarachnoidalraum erstrecken sich bis zur Vereinigung beider Wurzeln, während die durale Schicht kontinuierlich und ohne scharfe Grenzen sich in das den Nervenstamm und das Ganglion spinale umfassende epineurale Bindegewebe fortsetzt. Nur das Spinalganglion des N. coccygicus und der drei untersten Sakralnerven liegen noch innerhalb des Duralsackes. Die Pia mater spinalis geht im Bereich der Spinalganglien in das Neurilemm der Nervenwurzeln über (Abb. 2).

Formen des Kaudasackes

Anatomischerseits bestehen wenig Angaben über die Art der Endigung des Kaudasackes. A. v. HALLER weist auf eine konische Endigung hin. J. HYRTL berichtet über die Kauda equina; Die Venen wurden in der Gegend des Pferdeschweifes besonders bei den alten mit Haemorrhoidalleiden behafteten Individuen häufig ausgedehnt und varikös gefunden, was mit der Atrophie des Rückenmarkes und dem dadurch bedingten leeren Raume im Wirbelkanal zusammenhängt.

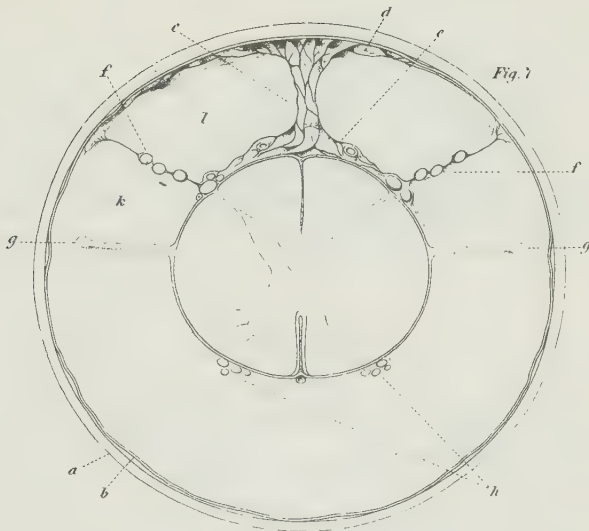


Abb. 1: Anatomische Anordnung der Rückenmarkshäute im Querschnitt aus A. KEY und G. RETZIUS: Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes, Stockholm 1875.

- a) Innenseite der Dura
- b) Arachnoidea
- c) Septum posticum
- d) Übergang des Septum posticum auf die Innenfläche der Arachnoidea
- e) Übergang des Septum posticum nach innen auf die Pia als epipiales Subarachnoidalgewebe mit zahlreichen kleinen gefäßhaltigen Räumen
- f) Hintere Nervenwurzeln in ihrem Subarachnoidalhäutchen (= epipialen Bindegewebe) aufgehängt
- g) Ligamenta denticulata
- h) Vordere Nervenwurzeln, in ihrem Subarachnoidalhäutchen aufgehängt
- k) } Hinterer Subarachnoidalraum
- l) }

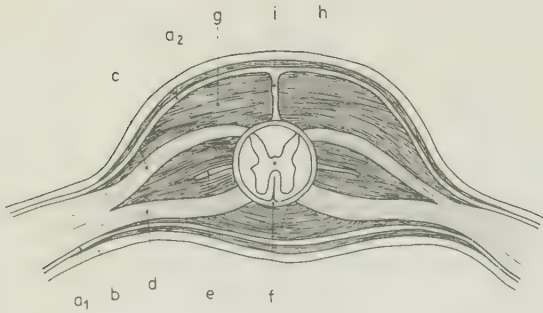


Abb. 2: Querschnitt durch den Sack der Rückenmarkshäute

- a₁ Arachnoidea
- a₂ Arachnoidalscheide des gemischten Nerven
- b Dura
- c Hintere Wurzel
- d Vordere Wurzel
- e Ligamentum denticulatum
- f Pia
- g Subarachnoidalraum
- h Subduralraum
- i Septum medianum posticum

DIE GESCHICHTE DER MYELOGRAPHIE

P. KRAUSE empfahl 1912 in einer Sitzung der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde erstmals, lumbal 10 - 12 ml Liquor abzulassen und anschließend diese Menge durch eine 50 %ige Kollargollösung zu ersetzen. Dieser erste Versuch einer positiven Myelographie wurde vertragen. Es besteht hierüber nur eine Mitteilung in der Deutschen Medizinischen Wochenschrift.

A. SIMON's unabhängiger Versuch (1912) bei einem Hund und bei einer mageren Leiche scheiterten, da die Kontrastunterschiede zu gering waren. Es sollten extra- und intramedulläre Tumoren differenziert werden. Versuche von LIPPMANN, HIRSCH und WARTENBERG, BERLIERICH einige Jahre später mit Chromlösung und Strontiumbromid schlugen ebenfalls fehl.

SICARD und FORESTIER (1921) führten in Frankreich einjodhaltiges, öliges 40 %iges Lipiodol zur Kontrastdarstellung des Subarachnoidalraumes ein. Durch dessen zähe Konsistenz war es nur zur Darstellung grober Verlegungen dienlich. Infolge langer Verweildauer kam es zu entzündlichen Reaktionen, zu Verklebungen, Strangbildungen und Fettgranulomen.

Zu dieser Zeit begann man auch die von W. E. DANDY erstmals beschriebene Myelographie mit Gasen, d. h. mit negativem Kontrastmittel, weiter auszubauen. Man suchte nach Kontrastmittellösungen, die nur begrenzte Verweildauer haben, bzw. wieder entfernt werden können und eine zusammenhängende und exaktere Beurteilung des Spinalkanals ermöglichen. So wurde 1944 durch G. H. RAMSEY, J. O. FRENCH und W. H. STRAIN das dünnflüssige ölige Pantopaque in die Myelographie eingeführt, welches aus Äthylestern der Isomerjodphenylundecylsäure besteht. Es liegt als lange dünne Schicht bei horizontaler Lagerung dem Duralsack auf und kann durch Kippbewegungen leicht verschoben werden. Es zeigt exaktere Ergebnisse, bessere Resorbierbarkeit und kann größtenteils bei Punktion zurückgewonnen werden. Vereinzelt sollen bei der Rückgewinnung auf dem Wege über ein Austreten des Kontrastmittels in die periduralen Venen Fettembolien vorgekommen sein, wie STEINBACH und HILL berichten.

S. ARNELL und F. LINSTRÖM wandten sich von den jodierten Ölen ab und berichteten 1931 über eine neue Methode, nämlich wasserlösliches Kontrastmittel zu verwenden. Skiodan, in Deutschland unter der Bezeichnung Abrodil, ist ein monojo-

diertes Natriumsalz der Methan-Sulfonsäure. Es ist hyperbar und in der notwendigen Konzentration hyperten, somit tritt eine starke Reizung des Rückenmarks und der Wurzeln ein. Daher ist eine Lokalanaesthesie unumgänglich und selbst dann nur die Darstellung des untersten Anteiles des Duralsackes möglich. Anfangs wurden Todesfälle beschrieben, die wohl durch zu hohe Konzentration des Kontrastmittels eintraten.

Für eine Darstellung des Konusbereiches und der höheren Rückenmarksabschnitte bedient man sich heute der Pantopaque- oder Gasmyelographie. Der kaudale Endsack kann übersichtlich mit Abrodil abgebildet werden.

EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Es wurden insgesamt 25 postmortale Myelographien ausgewertet. Davon waren 21 Erwachsene und 4 Kinder zwischen dem 1. und 12. Lebensjahr. Das Untersuchungsgut stammt aus dem Institut der gerichtlichen Medizin der Universität München (Direktor Prof. Dr. W. Laves). Es handelt sich dabei meist um jugendliche Unfallverletzte, die nach dem Unfallereignis den Folgen erlegen sind. Die Wirbelsäule zeigte bei diesen Untersuchten keine knöchernen Verletzungen. Auch fanden sich, da es sich vorwiegend um Patienten im 3. Dezennium handelt, keine wesentlichen degenerativen Veränderungen, die das normale Füllungsbild beeinträchtigen. Zunächst wurden die Untersuchungen an der Leiche vorgenommen. Es ergab sich aber im Laufe der Untersuchungen, daß nach einer Entnahme der Wirbelsäule eine bessere Abbildung möglich war. Streng war darauf zu achten, daß keine Verletzung des Kaudalsackes eintrat. Der Subarachnoidalraum wurde mit einem 60 %igen Trijodbenzoat aufgefüllt. Anschließend wurden Aufnahmen in verschiedenen Ebenen vorgenommen. Es zeigte sich bei den Untersuchungen, daß Aufnahmen im ventrodorsalen Strahlengang sowie im seitlichen Strahlengang zur Beurteilung des lumbalen und sakralen Subarachnoidalraumes von entscheidender Bedeutung sind. Die Röntgenaufnahmen wurden mit dem Siemens Planigraph angefertigt (durchschnittlich 80 kV, Belichtungszeit 200/1 mA/sec.).

Auswertung der Befunde

Die Form des Kaudasackes ist Variationen unterworfen. Bei näherer Betrachtung jedoch zeigen sich bei einer Vielfalt der Formen bestimmte Ähnlichkeiten, so daß eine Gruppierung der einzelnen Formen bis zu einem gewissen Grade möglich wird.

Ausdehnung des Kaudasackes

Allgemein kann festgestellt werden, daß der Kaudasack regelmäßig die Höhe des lumbosakralen Überganges überschreitet. Sieben der Untersuchten zeigten eine Endigung in Höhe des Bandscheibenraumes zwischen dem 1. und 2. Sakralwirbel (Abb. 3a), 4 in Höhe des Bandscheibenraumes zwischen dem 2. und 3. Sakralwirbel, 10 endigten in Höhe des 2. Sakralwirbels (Abb. 3c).

Breite des Kaudasackes

Der Kaudasack kann insgesamt schmal sein. Dazu rechnen wir eine Breite in Höhe

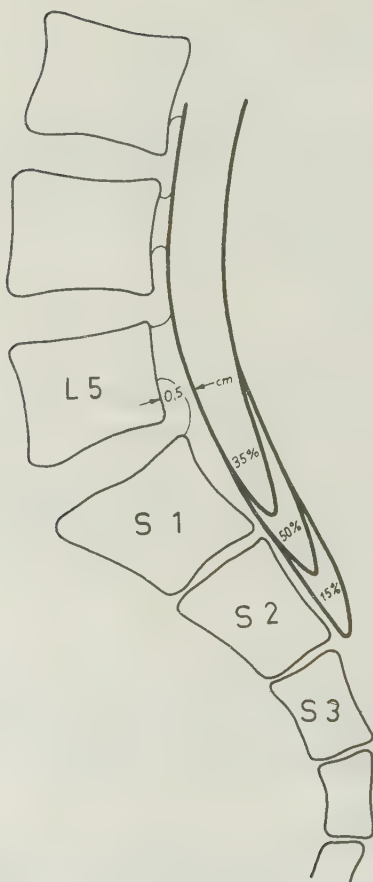


Abb. 3: Schematische Darstellung der
Kaudasackendigung



a



b

Abb. 3a und b: Kurzer Kaudasack
a: Endigung in Höhe des 1. Sakralwirbels.
b: Das a.-p. Bild zeigt normale Breite.

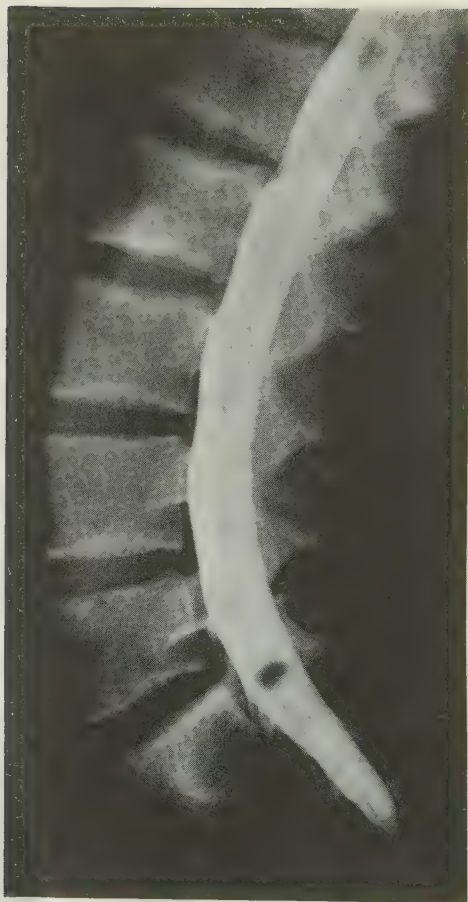


Abb. 3c: Normale Form des Kaudasackes (frontal gesehen):
Endigung in Höhe des 2. Sakralwirbels

der oberen Begrenzung des 4. Lendenwirbelkörpers von etwa 1,5 cm und in Höhe des lumbosakralen Überganges von 1,2 cm (4 Fälle), (Abb. 4). Im Durchschnitt jedoch zeigte sich eine Breite von 1,7 cm in Höhe der oberen Begrenzung des 4. Lendenwirbelkörpers bis 2,2 cm (s. Abb. 3b). Die Kaudasackbreite in Höhe des lumbosakralen Überganges betrug zwischen 1,2 cm und 2 cm (15 Fälle). Abnorm breite Kaudasäcke fanden sich in 2 Fällen (Abb. 5). Die Breite betrug dann maximal bis zu 3,5 cm. Einmal war die Endigung dann konisch und das andere Mal kolbenförmig.

	schmal	Durchschnitt	breit
Fälle	4	15	2

Kaudasack - Wirbelkörperabstand

Die Distanz zwischen Wirbelkörperhinterkante und Kaudasack beträgt im Durchschnitt weniger als 5 mm. Eine Abdrängung von mehr als 1/2 cm spricht regelmäßig für eine pathologische Verlagerung infolge einer intraspinalen Raumbeschränkung.

Hinsichtlich der Form der Kaudaendigung ergibt sich eine Vielfalt. Regelmäßig endigt der Kaudasack bogenförmig. Viermal zeigte sich ein spitzer Bogen, 14mal ein abgeflachter und nur viermal ein stumpfer Bogen.

Der Wurzelabgang erfolgt im Bereich des Lumbalkanals in über 90 % als symmetrisch, die Sakralwurzeln dagegen zeigten eine Symmetrie nur in etwa 40 %.

Der Winkel der Wurzelachsel ist meist spitz (mit 30°), nur in Einzelfällen war er mit 50° zu messen (Abb. 5). Die Wurzeltaschenfüllung gelang in 85 % bis zum Spinalganglion und darüber hinaus. Die Spinalganglien lassen sich unterscheiden.

Besondere Beachtung verlangten Wurzelcystenbildungen (Abb. 6). Sie waren in 15 % vorzufinden, und zwar regelmäßig multipel. Betroffen war zweimal die Scheide der 5. Lendenwurzel, viermal die Scheiden der 1. und 2. Sakralwurzel und dreimal die Scheiden der 3. Sakralwurzel. Die Größe der Cystenbildung schwankt zwischen Erbs- und Fingerkuppengröße. Die Cysten liegen meist in Ganglionnähe.

14mal waren die Scheiden über das Ganglion hinaus abbildbar.

4 der untersuchten Wirbelsäulen stammten von Kindern zwischen dem 1. und 12.



II



b

Abb. 4: Schmaler Kaudasack

a: Wurzel-Kauda-Winkel 30 Grad, häufig

b: Wurzel-Kauda-Winkel 50 Grad, selten

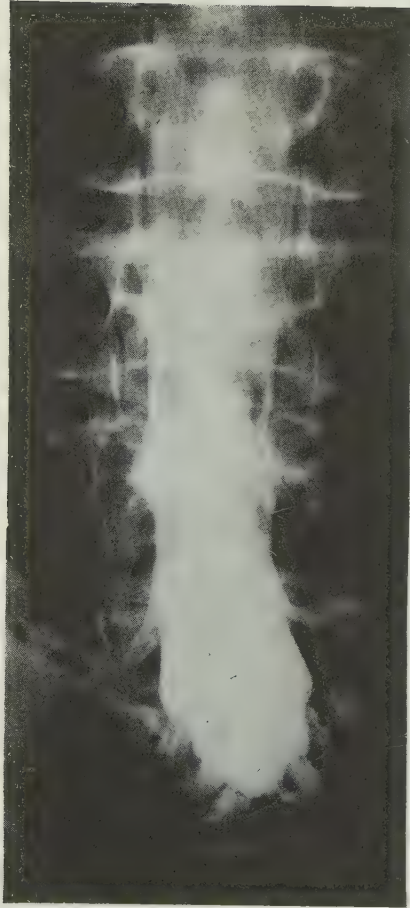


Abb. 5: Breite Kaudasackendigung

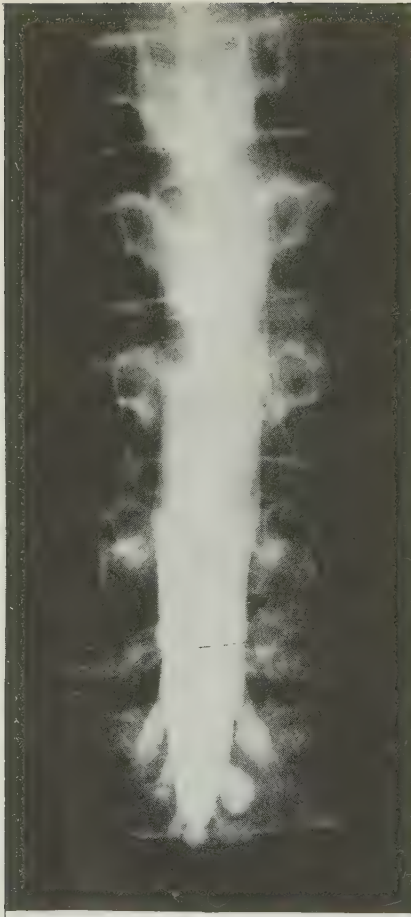


Abb. 6: Wurzelcysten (Häufigkeit um 15 %)

Lebensjahr. Grundsätzlich ergeben sich beim Vergleich mit Erwachsenen keine neuen Erkenntnisse. Die Wurzelscheidenfüllung gelingt dabei regelmäßig nicht so weit. Auch ist die Form des Kaudasackes regelmäßig schlank.

Ergebnisse der intravitalen Myelographie im Vergleich

Berichte über postmortale Myelographien sind bisher nicht bekannt. Erstmals äußerte sich H. PEIPER anhand seiner intravitalen Myelographien (ohne Zahlenangabe) über den außerordentlich großen Formenreichtum des Duralendsackes und die Höhe der Endigung. Dabei weist er bei der intravitalen Darstellung auf die Bedeutung der individuellen Spannungsdifferenz für die Form des Duralsackes hin. Das Ende des Duralsackes beschreibt er in Höhe des 2. bis 3. Sakralwirbels.

K. NARIMATSU befaßt sich ebenfalls mit der intravitalen Myelographie und unterscheidet bei 20 Fällen 3 verschiedene Typen: einen rundlich ovalen 30 %, einen beerenförmigen 15 % und einen länglich gestreckten 55 %. Er legt die normale Endigung des Duralsackes in Höhe des 1. bis 2. Sakralwirbels fest.

Anhand eines großen Querschnittes von 571 klinischen Myelographien zeigt S. ARNELL, daß er niemals zwei in der Form gleiche Duralsackendigungen finden konnte. Nach seiner Einteilung endigt in 8 % der Fälle der Sack stumpf oder halbkugelförmig, in den meisten Fällen mit einer konischen oder ovalen Spitze. Er gibt durch eine Zeichnung einen Überblick über die von ihm gefundenen Formen.

Bei der Beurteilung der Wurzeltaschen und ihrer Symmetrie ist S. ARNELL sehr zurückhaltend, weil besonders die intravitale Myelographie Füllungsfehler bringen kann, so daß auch eine asymmetrische Darstellung nicht unbedingt als pathologisch zu werten ist. Die symmetrische Ausbildung der Wurzeltaschen erscheint ihm als eine Ausnahme, jedoch weist er auf die Variabilität der anatomischen Verhältnisse hin.

Im Hinblick auf die eigenen Untersuchungen bestätigen die Literaturhinweise über die intravitale Myelographie den großen Formenreichtum in der Ausbildung des Duralsackes, der u. U. erst durch ein noch größeres Material an postmortalen Myelographien genauer klassifiziert werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG

Die postmortale Myelographie gelingt am besten nach einer vorsichtigen Entnahme der Wirbelsäule. Der Kaudalsack wird am zweckmäßigsten mit einem 60 %igen Trijodbenzoat gefüllt.

An Hand von postmortalen Myelogrammen lassen sich Form und Lage des Kaudasackes übersichtlich abbilden. Es gelingt dadurch, exakt die Normalform zu definieren, was ja beim Lebenden nur bedingt möglich ist. Die Ergebnisse sind direkt auf den Lebenden zu übertragen, anatomische Untersuchungsergebnisse konnten dazu nur begrenzt verwendet werden. Weiter besteht die Möglichkeit, die Schwankungsbreite und deren Grenzen kennen zu lernen, sowie die Extremformen. An einem größeren Material wird eine variationsstatistische Auswertung möglich werden.

Klinische Bedeutung erlangen diese Untersuchungen für die Beurteilung des Kaudasackes beim Lebenden, wie es bei der Diagnostik von spinalen Raumbeschränkungen und zur Abgrenzung von Variationen notwendig wird.

LITERATURVERZEICHNIS

- ARNELL, S. und LINSTRÖM, F.: Acta radiol. 12:287 (1931)
- ARNELL, S.: Myelographie with water soluble contrast.
Acta radiol., Supp. 75:27 (1948)
- BERBERICH und HIRSCH: Klin. Wschr. 42: (1923), 1 (1925)
- BRAUS, H.: Anatomie des Menschen 3, Zentralnervensystem
- DANDY, W. E.: Ann. of Surg. 1:87 (1925)
- GUTTMANN, L.: Handbuch d. Neurol. 7/2:14 (1936)
- HALLER, A. v.: Elementa physiol. corp. hum. 4,
Lausanne (1762)
- HEYMANN, E.: Die Chirurgie des Rückenmarks und seiner Häute.
Die Chirurgie, 3:615 Berlin (1930)
- HYRTL, J.: Handbuch der top. Anatomie 2,
Wilhelm Braunmüller, Wien (1865)
- KEY, A. und RETZIUS, G.: Studien in der Anatomie des Nervensystems
und des Bindegewebes, Bd. 2, S. 22, 38, 57,
64, 74, 76, 84, Stockholm (1875)
- KÖLLIKER, R. A.: Mikroskopische Anatomie Bd. 2 (1850)
- KRAUSE, C.: Handbuch der menschl. Anatomie Bd. 1,
Hannover (1843)
- KRAUSE, P.: Deutsche med. Woschr. 6. 6. 1912
- LIEUTAUD, J. L.: Essais anatomiques, Paris (1742)
- LUSCHKA, H.: Zeitschrift für rat. Med., Z.R.B. 3 (1889)
- MAGENDIE, F. M.: Recherches physiologiques et cliniques sur
le liquide céphalo-rachidien ou cérébrospi-
nal. Paris (1842)
- MERKEL, F.: Anatomie des Menschen 5:189 Göttingen (1917)
- NARIMATSU, K.: Fukuoka-Ikwadaigaku-Zasshi Vol. 24, Nr. 12
(1933)
- PEIPER, H.: Ergebnisse der med. Strahlenforschung 2:134
(1926)
- PERNKOPF, E.: Topographische Anatomie 2/2, 436 (1943)
- POLLAK, E.: Handbuch d. Neurologie 1, 318 (1935)
- RAMSEY, G. H., FRENCH J. D.,
und STRAIN W. H.: State J. Med. 45, 1209, New York (1945)

- REICHERT, K.B.R.: Der Bau des menschl. Gehirns 2, Leipzig (1861)
- RUYSCH, H. nach HALLER, A.: Bibliotheca Anatomica 1, Leipzig (1774)
- SICARD, A. und FORESTIER, S.: Bull. et mém. d. l. soc. méd. d. hôp. d. Paris 46, 463 (1922)
- SIMON, B.: Klin. Wochschr. 37 (1912)
- STEINBACH und HILL, nach WELLAUER, J.: Die Myelographie mit positiven Kontrastmitteln, 36, Stuttgart (1961)
- TANDLER, J.: Lehrbuch der syst. Anatomie 4, Berlin (1929)
- VIEUSSENS, R.: Neurographie universalis, Frankfurt (1690)
- ZIEHEN, Th.: v. Bardeleben's Handb. u. d. Anatomie d. Menschen. Zentralnervensystem 1, 27, 63, 66, Jena (1903)

Herrn Privat-Dozent Dr. med. E. Hipp danke ich für die Überlassung des Themas und seine freundliche Unterstützung beim Fortgang der Arbeit.

Ferner bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. W. Laves für die Möglichkeit der Entnahme von Präparaten zur Anfertigung der Myelographien.

LEBENS LAUF

Gehoren wurde ich, Rolf Herbert Kamprath, als Sohn des Facharztes für Chirurgie und Gynäkologie Dr. Paul Kamprath und seiner Ehefrau Annemarie, geborene Sauter, am 18. 10. 1934 in Lindau (B). Nach 12 Jahren Schulzeit legte ich im Juni 1953 die Reifeprüfung im humanistischen Zweig der Oberrealschule mit humanistischem Gymnasium in Lindau (B) ab. Nach dreijähriger kaufmännischer Lehre bei Farbenfabriken Bayer AG bestand ich im September 1956 die Kaufmannsgehilfenprüfung als Industriekaufmann.

Da ich mehr Neigung zum medizinischen als zum kaufmännischen Beruf verspürte, schied ich nach Lehrabschluß dort aus.

Dem Medizinstudium ging ich ab November 1956 an der Ludwig-Maximilian-Universität München nach. Wintersemester 1959/60 und Sommersemester 1960 verbrachte ich in Wien. Am 30. August 1962 beendete ich mein Studium mit der ärztlichen Prüfung an der Ludwig-Maximilian-Universität München nach 11 belegten Semestern.

Vom 1. 9. 1962 bis 31. 12. 1964 war ich 6 Monate orthopädisch, 5 Monate chirurgisch, 10 Monate intern und 4 Monate gynäkologisch tätig. Seit meiner Approbation am 1. 1. 1965 arbeite ich als Assistenzarzt an der II. Chirurgischen Abteilung des Krankenhauses München Schwabing.

